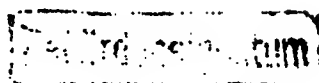


⑤

Int. Cl. 2:

H 02 N 11/00

⑥

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**H 01 L 41/08****DEUTSCHES****PATENTAMT****DE 27 17 578 B 1**

⑪

Auslegeschrift 27 17 578

⑫

Aktenzeichen:

P 27 17 578.6-32

⑬

Anmeldetag:

20. 4. 77

⑭

Offenlegungstag:

—

⑮

Bekanntmachungstag: **2. 11. 78**

⑯

Unionspriorität:

② ③ ④

⑰

Bezeichnung:

Pumpe oder Verdichter

⑱

Anmelder:

Paul Pfeiger Maschinenfabrik, 5810 Witten

⑲

Erfinder:

Hempelmann, Wilhelm, Dipl.-Ing., 4690 Herne

⑳

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS 12 71 551**DE-OS 22 44 920****GB 14 63 195****US 35 51 784****DE 41 17 578 B 1**

27 17 578

1

Patentansprüche:

1. Pumpe oder Verdichter mit wenigstens einem in einem Zylinder angeordneten Kolben, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben wenigstens zum Teil aus piezo-elektrischem Material besteht, das an eine Spannungsquelle angeschlossen ist.

2. Pumpe oder Verdichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben aus piezo-elektrischem Material besteht, das von einem dauerelastischen Kunststoff- oder Metallmantel umgeben ist.

3. Pumpe oder Verdichter nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Ein- und Auslaßöffnungen im Zylinder piezo-elektrische Steuerelemente vorgesehen sind, die an eine Spannungsquelle angeschlossen sind.

4. Pumpe oder Verdichter nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als piezo-elektrisches Material ein Elektret vorgesehen ist.

Die Erfindung betrifft eine Pumpe oder einen Verdichter mit wenigstens einem in einem Zylinder angeordneten Kolben.

Bei bekannten Pumpen muß der Kolben durch einen Exzenterantrieb (z. B. DE-OS 22 44 920), einen Schubkurbelantrieb oder durch eine Taumelscheibe bei Axialkolbenpumpen (z. B. DE-PS 12 71 551) in dem Zylinder hin und her bewegt werden, wodurch Reibungswärme entsteht, die als Verlust den Wirkungsgrad beeinträchtigt. Bei elektrischem Antrieb muß der elektrische Strom mittels eines Elektromotors in eine Drehbewegung umgewandelt und diese wieder in eine Linearbewegung des Kolbens umgesetzt werden, wodurch der Wirkungsgrad weiterhin beeinträchtigt wird. Hinzu kommt eine in der Regel relativ große Lautstärke der pulsierenden Förderstromerzeugung mittels Kolben und eine durch die mechanische Umwandlung sich ergebende relativ begrenzte Drehzahl des Pumpensystems.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine kinematisch einfach arbeitende Pumpe oder einen solchen Verdichter mit hohem Wirkungsgrad zu schaffen.

Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Pumpe bzw. dem eingangs genannten Verdichter erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Kolben wenigstens zum Teil aus piezo-elektrischem Material besteht, das an eine Spannungsquelle angeschlossen ist.

Hierbei wird der piezo-elektrische Effekt für eine Pumpe oder einen Verdichter ausgenutzt. Durch Anlegen einer Spannung am Kolben oder durch Ändern einer am Kolben anliegenden Spannung ändert dieser seine Abmessung, wie auch z. B. bei Kompression eines piezo-elektrischen Körpers dieser sein elektrisches Gesamtmoment ändert. Diese Änderung der Kolbenabmessung dient als Hub, um ein bestimmtes Volumen eines Fluids zu verdrängen. Eine solche piezo-elektrische Pumpe ist in ihrem Aufbau sehr einfach, da Einrichtungen für die Umwandlung der elektrischen Energie in Pumpbewegungen entfallen. Es sind keine mechanisch bewegten Teile wie bei einer herkömmli-

2

chen Pumpe vorhanden, wodurch sich eine geringe Störanfälligkeit ergibt, praktisch keine Reibung auftritt und damit ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden kann.

Aus der GB-PS 14 63 195 ist es zwar bekannt, die Ausdehnung eines piezo-elektrischen Elements für Einstellzwecke eines Maschinenteils relativ zu einem anderen auszunutzen, jedoch ist hierbei keine Pumpbewegung erwünscht, vielmehr wird die Ausdehnung des piezo-elektrischen Elements in einer bestimmten Stellrichtung entsprechend gesteuert. Dies ist auch bei der Stellerichtung nach der US-PS 35 51 764 der Fall, bei der zum schrittweisen Vorwärtsbewegen eines Stellgliedes jeweils die Ausdehnung piezo-elektrischer Elemente ausgenutzt wird, wobei ein piezo-elektrisches Kuppungselement vorgesehen ist, das jeweils dann die erforderliche Verbindung herstellt, wenn sich die für die Vorwärtsbewegung vorgesehenen piezo-elektrischen Elemente in der vorgegebenen Richtung ausdehnen. Auch bei dieser Stellerichtung handelt es sich nicht um eine Pumpe oder einen Verdichter.

Für den Kolben einer Pumpe oder eines Verdichters kann ein natürliches piezo-elektrisches Material verwendet werden, dessen Achse bzw. Vorzugsrichtung in Längsrichtung des Kolbens liegt. Man kann ferner Elektrete, die als Kolbenmaterial verwendet werden, künstlich herstellen, indem man ein geschmolzenes Dielektrikum im elektrischen Feld polarisiert und es dann in diesem Feld erstarren läßt.

Je nach dem zu fördernden Fluid kann es zweckmäßig sein, das piezo-elektrische Material des Kolbens mit einem dauerelastischen Kunststoff- oder Stahlmantel zu umgeben.

Zur Steuerung der im Zylinder vorgesehenen Ein- und Auslaßöffnungen können Ventile verwendet werden, wenn keine zu große Hubfolge des Kolbens vorgesehen wird, so daß die an den Ventilen zu bewegenden Massen den Betrieb der Pumpe nicht beeinträchtigen. Vor allem bei größeren Hubfolgen ist es zweckmäßig, die Ein- und Auslaßöffnungen im Zylinder durch ein piezo-elektrisches Element zu steuern, das in der gleichen Weise wie der Kolben, zu diesem aber entsprechend phasenverschoben arbeitet. Dieses Steuerelement kann als Steuerkolben ausgebildet sein, der im gleichen Zylinder wie der Arbeitskolben oder in einem getrennten Steuerzylinder angeordnet sein kann. Die Ausgestaltung des Steuerkolbens kann der eines üblichen hydraulischen Steuerkolbens mit Ringnuten zum Verbinden und Absperren von zugeordneten Kanälen entsprechen, es ist aber auch eine hülsenförmige Ausgestaltung des Steuerkolbens möglich.

Für den Betrieb der Pumpe wird zweckmäßigerweise an den Stirnseiten des Kolbens über Leitungen eine Spannung angelegt. Die Längenänderungen des Kolbens können sowohl statisch als auch dynamisch stattfinden. Es kann eine Gleichspannung mit einer Polarität angelegt werden, die zu der Polarisierung des Kolbens entgegengerichtet ist, so daß sich dieser verkürzt. Bei umgekehrter Polarität der angelegten Gleichspannung ergibt sich eine Verlängerung des Kolbens. Die Gleichspannung kann auch durch eine entsprechende Steuereinrichtung impulsförmig am Kolben angelegt werden. Wird eine Wechselspannung am Kolben angelegt, so verlängert und verkürzt sich dieser in Abhängigkeit von der Frequenz dieser Wechselspannung.

Um eine ausreichende Fördermenge der Pumpe zu erreichen, wird wegen der geringen Ausdehnung des

Kolbens eine entsprechend große Kolbenfläche vorgesehen. Zur Steuerung der Fördermenge kann einerseits die angelegte Spannung erhöht oder verringert werden, so daß sich die Längenänderungen des Kolbens entsprechend vergrößern oder verkleinern, und andererseits kann bei angelegter Wechsellspannung die Frequenz erhöht oder verringert werden. Durch eine entsprechend hohe Frequenz von beispielsweise mehreren tausend Hertz kann eine im Verhältnis zur Kolbenausdehnung erhebliche Fördermenge erzielt werden. In einem solchen Falle wird anstelle eines konventionellen Ventilsystems mit Federmassen eine piezo-elektrische Steuerung der Ein- und Auslaßöffnungen vorgesehen.

Es sind verschiedene Anordnungen des piezo-elektrischen Kolbens in einem Zylinder möglich. So kann sich der Kolben auf einer Seite an der Stirnwand des Zylinders abstützen, so daß sich die andere Seite im Zylinderraum als Kolbenfläche hin- und herbewegt. Auch kann der Kolben etwa in der Mitte eines Zylinders angeordnet werden, so daß er bei seiner Ausdehnung mit beiden Seiten jeweils gegen einen Zylinderraum arbeitet. In diesem Falle werden beiderseits des Kolbens Ein- und Auslaßöffnungen im Zylinder vorgesehen. Nach einer anderen möglichen Anordnung können in einem längeren Zylinder zwei Kolben in einem Abstand voneinander angeordnet werden, die zwischen sich einen Zylinderraum begrenzen und gegeneinander arbeiten.

Mit einer piezo-elektrischen Pumpe nach der Erfindung können Drücke in der Größenordnung von 500 bar und mehr erreicht werden. Aufgrund der leichten Steuerbarkeit durch Frequenzänderung kann eine piezo-elektrische Pumpe auch als Dosierpumpe mit genauer Dosierung verwendet werden.

Eine Pumpe nach der Erfindung kann geringe Abmessungen haben, und in Verbindung mit dem einfachen Aufbau ergibt sich ein geringes Gewicht

relativ zur Förderleistung. Da die piezoelektrische Ausdehnung und Zusammenziehung des Kolbens keine nennenswerten Reaktionskräfte auf das Pumpengehäuse überträgt, bedarf es keiner starken Verankerung des Pumpengehäuses.

Eine piezo-elektrische Pumpe nach der Erfindung kann zum Fördern unterschiedlichster Fluide eingesetzt werden.

Beispielsweise kann sie auch als Axialkolbeneinheit in Verbindung mit einem entsprechend groß dimensionierten Hydromotor betrieben werden. Je nach Fördermenge kann die Pumpe auch im Ultraschallbereich gefahren werden, so daß eine Geräuschbelligung entfällt. Wird die Pumpe im Schallbereich gefahren, so kann aufgrund ihres zylindrischen Aufbaus leicht eine Schalldämpfung angebracht werden.

Werden bei dem erfindungsgemäßen Aufbau an den Ein- und Auslaßschlitzen des Zylinders keine Ventile oder Steuerelemente vorgesehen, so kann der piezo-elektrische Kolben in einem geschlossenen Drucksystem zur Impuls- und Informationsübertragung verwendet werden. Hierbei könnte mit einer Trägerfrequenz von mehreren Kilohertz gearbeitet werden, der eine entsprechende Frequenz- oder Amplitudenmodulation überlagert wird. Damit ergibt sich durch die erfindungsgemäße Anordnung eines piezo-elektrischen Kolbens in einem Zylinder, sei es für die Förderung eines Fluids oder für die Erzeugung von Druckwellen in einem Fluid, ein breites Verwendungsgebiet.

Als Material für den Kolben oder Druckwellenerzeuger können die verschiedenen bekannten piezo-elektrischen Werkstoffe verwendet werden, sei es, daß diese im Normalzustand ohne angelegte Spannung bereits ein elektrisches Moment aufweisen oder im Normalzustand neutral sind. Es können ferroelektrische Materialien verwendet werden, die bei einer zyklischen Elektrisierung eine Hystereseschleife zeigen.